

(11)特許出願公開番号

特開平9-321010

(43)公開日 平成9年(1997)12月12日

技術表示箇所

3 4 1 M

D

審査請求 有 請求項の数6 O.L (全 8 頁)

(71)出願人 000002428

株式会社芝浦製作所

神奈川県横浜市栄区笠間町1000番地 1

(72) 発明者 松崎 伸樹

神奈川県横浜市栄区笠間町1000番地1 株

式会社芝浦製作所大船工場内

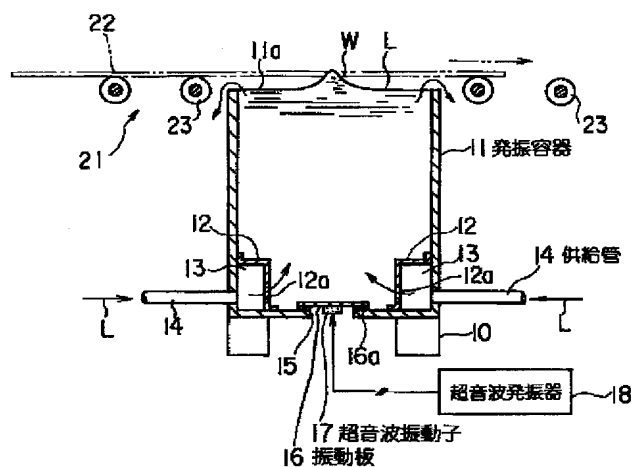
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外 6 名)

(54) 【発明の名称】 超音波洗浄方法およびその洗浄装置

(57) 【要約】

【課題】 この発明は洗浄液の使用量を少なくして液晶用ガラス基板を洗浄することができるようにした洗浄装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 所定方向に搬送される液晶用ガラス基板 22 を洗浄するための洗浄装置において、上面が開口し内部に洗浄液が供給される発振容器 11 と、この発振容器の底部に設けられ内部に供給された上記洗浄液に振動板 16 を介して超音波振動を付与する超音波振動子 17 とを具備し、上記発振容器は、超音波振動が付与されて発振容器内の洗浄液の水平面上の上面開口から押し上げられる上記洗浄液が上記被洗浄物の下面に接触する状態で配置されることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定方向に搬送される被洗浄物を洗浄するための洗浄方法において、上面が開口した発振容器内に供給された洗浄液に超音波振動を付与することで、その洗浄液を上記発振容器内の上記洗浄液の水平面上から押し上げ、押し上げられた洗浄液を上記被洗浄物の下面に接触させることを特徴とする洗浄方法。

【請求項2】 上記振動板を介して上記超音波振動子から発振される超音波振動の進行波を、所定方向に搬送される上記被洗浄物の板面に対して所定の角度で傾斜して入射させることを特徴とする請求項1記載の洗浄方法。

【請求項3】 所定方向に搬送される被洗浄物を洗浄するための洗浄装置において、上面が開口し内部に洗浄液が供給される発振容器と、この発振容器の底部に設けられ内部に供給された上記洗浄液に振動板を介して超音波振動を付与する超音波振動子とを具備し、上記発振容器は、超音波振動が付与されて発振容器内の上記洗浄液の水平面上から押し上げられる上記洗浄液が上記被洗浄物の下面に接触する状態で配置されることを特徴とする洗浄装置。

【請求項4】 上記振動板を介して上記超音波振動子から発振される超音波振動の進行波は、所定方向に搬送される上記被洗浄物の板面に対して所定の角度で傾斜して入射する構成であることを特徴とする請求項3記載の洗浄装置。

【請求項5】 上記被洗浄物の上面側には、この上面に洗浄液を供給するノズル体が配置されていることを特徴とする請求項3または請求項4記載の洗浄装置。

【請求項6】 上記発振容器には、洗浄液をその底部から供給し上面開口からオーバーフローさせる供給管が接続されていることを特徴とする請求項3または請求項4または請求項5のいずれかに記載の洗浄装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は被洗浄物を超音波振動が付与された洗浄液によって洗浄するための超音波洗浄方法およびその洗浄装置に関する。

【0002】

【従来の技術】たとえば液晶製造装置や半導体製造装置には、被洗浄物としての液晶用ガラス基板や半導体ウエハを高い清浄度で洗浄する工程がある。このような被洗浄物を洗浄する方式としては、洗浄液中に複数枚の被洗浄物を浸漬するデップ方式や被洗浄物に向けて洗浄液を噴射して一枚づつ洗浄する枚葉方式があり、最近では高い清浄度が得られるとともに、コスト的に有利な枚葉方式が採用されることが多くなってきている。

【0003】枚葉方式の1つとして被洗浄物に噴射される洗浄液に超音波振動を付与し、その振動作用によって

上記被洗浄物から微粒子を効率よく除去するようにした洗浄方式が実用化されている。

【0004】洗浄液に超音波振動を付与する洗浄方式において、従来は20～50kHz程度の超音波が用いられていたが、最近では600～2000kHz程度の極超音波帯域の音波を用いる超音波洗浄装置が開発されている。

【0005】超音波振動が付与された洗浄液を被洗浄物に噴射すると、その超音波振動の作用によって被洗浄物に付着した微粒子の結合力が低下するため、超音波振動を付与しない場合に比べて洗浄効果を向上させることができる。

【0006】従来、上記超音波洗浄装置は、図7に示すように紙面に対して直交する方向に細長い装置本体1を有する。この装置本体1には本体1の長手方向に沿う空間部2が上下方向に貫通して形成されている。上記空間部2は上端側から下端側にゆくにつれて狭幅となるテーパ状に形成されていて、下端は装置本体1の下面に開口したノズル口3となっている。

【0007】上記空間部2の上端開口はシール材4を介してタンタルなどの金属板からなる振動板5で閉塞されている。この振動板5の上面には上記空間部2の上端開口と対応する部位に沿って細長い矩形状の複数の超音波振動子6が取着されている。この超音波振動子6は図示し内超音波発信器によって駆動されるようになっている。それによって、超音波振動子6は超音波振動するから、その超音波振動によって上記振動板5も振動する。

【0008】上記装置本体1の上記空間部2の両側にはそれぞれ長手方向に沿って供給路7が貫通して形成されている。一対の供給路7にはその両端にそれぞれ図示しない洗浄液の供給管が接続され、それら供給管から洗浄液が上記空間部2に供給されるようになっている。

【0009】上記空間部2に供給された洗浄液は振動板5を介して上記超音波振動子6によって超音波振動が付与され、上記ノズル口3から被洗浄物に向けて噴射する。超音波振動が付与された洗浄液が被洗浄物に衝突すると、この被洗浄物にも超音波振動が付与されるから、その超音波振動によって被洗浄物に付着した微粒子が遊離し、除去されることになる。

【0010】ところで、このような従来構造によると、上記ノズル口3から洗浄液を常時噴出させなければならず、しかもその量は液晶用ガラス基板などに超音波振動を確実に伝達できる量でなければならないから、その洗浄液の使用量が非常に多くなるということがあった。

【0011】被洗浄物が液晶用ガラス基板や半導体ウエハのように高い清浄度が要求される場合、洗浄液としては純水が用いられる。純水は高価であるため、洗浄時のランニングコストが増大するということがあった。

【0012】また、装置本体1に形成された空間部2の上部に振動板5を設け、下部にノズル口3を設け、洗浄液を下方に向かって噴出させる構成であると、洗浄液に

超音波振動を付与することで発生する気泡（洗浄液に含まれる気体が気泡となる。）が上記空間部 2 を上昇して上記振動板 5 の下面に付着し、除々に成長する。その気泡によって、振動板 5 には洗浄液が接触しない部分ができるから、その部分が、いわゆる空だき状態で超音波振動することで温度上昇し、振動板 5 の変形や損傷を招く原因となることがあった。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】 このように、従来は洗浄液の使用量が多くなるため、洗浄時のランニングコストの増大を招くということがあったり、振動板の下面に気泡が付着し易いため、その気泡によって空だき状態となり、振動板の熱変形や損傷を招くなどのことがあった。

【0014】 この発明は上記事情に基づきなされたもので、その目的とするところは、洗浄液の使用量を減少させることができるとともに、振動板に気泡が付着することがないようにした超音波洗浄方法およびその洗浄装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】 請求項 1 の発明は、所定方向に搬送される被洗浄物を洗浄するための洗浄方法において、上面が開口した発振容器内に供給された洗浄液に超音波振動を付与することで、その洗浄液を上記発振容器内の上記洗浄液の水平面上から押し上げ、押し上げられた洗浄液を上記被洗浄物の下面に接触させることを特徴とする。

【0016】 請求項 2 の発明は、請求項 1 の発明において、上記振動板を介して上記超音波振動子から発振される超音波振動の進行波を、所定方向に搬送される上記被洗浄物の板面に対して所定の角度で傾斜して入射させることを特徴とする。

【0017】 請求項 3 の発明は、所定方向に搬送される被洗浄物を洗浄するための洗浄装置において、上面が開口し内部に洗浄液が供給される発振容器と、この発振容器の底部に設けられ内部に供給された上記洗浄液に振動板を介して超音波振動を付与する超音波振動子とを具備し、上記発振容器は、超音波振動が付与されて発振容器内の上記洗浄液の水平面上から押し上げられる上記洗浄液が上記被洗浄物の下面に接触する状態で配置されることを特徴とする。

【0018】 請求項 4 の発明は、請求項 3 の発明において、上記振動板を介して上記超音波振動子から発振される超音波振動の進行波は、所定方向に搬送される上記被洗浄物の板面に対して所定の角度で傾斜して入射する構成であることを特徴とする。

【0019】 請求項 5 の発明は、請求項 3 または請求項 4 の発明において、上記被洗浄物の上面側には、この上面に洗浄液を供給するノズル体が配置されていることを特徴とする。

【0020】 請求項 6 の発明は、請求項 3 または請求項 4 または請求項 5 のいずれかの発明において、上記発振容器には、洗浄液をその底部から供給し上面開口からオーバーフローさせる供給管が接続されていることを特徴とする。

【0021】 請求項 5 の発明は、所定方向に搬送される被洗浄物を洗浄するための洗浄方法において、上面が開口した発振容器内に供給された洗浄液に超音波振動を付与することで、その洗浄液を上記発振容器の上面開口から押し上げ、押し上げられた洗浄液を上記被洗浄物の下面に接触させることを特徴とする。

【0022】 請求項 6 の発明は、請求項 5 の発明において、上記振動板から発振される超音波振動の進行波を、所定方向に搬送される上記被洗浄物の板面に対して所定の角度で傾斜して入射させることを特徴とする。

【0023】 請求項 1 と請求項 3 の発明によれば、超音波振動が付与されて発振容器内の上記洗浄液の水平面上から押し上げられる洗浄液を被洗浄物に接触させて超音波振動を伝達するため、超音波振動が付与された洗浄液を被洗浄物に向けて噴出させる場合に比べてその洗浄液の使用量を低減させることができ、しかも振動板は発振容器の底部に設けられているから、洗浄液から発生して発振容器内を上昇する気泡が上記振動板に付着することもない。

【0024】 請求項 2 と請求項 4 の発明は、振動板を介して上記超音波振動子からの超音波振動の進行波が被洗浄物の板面に対して所定の角度で傾斜して入射することで、この進行波が上記被洗浄物から反射する反射波と干渉して減衰したり、反射波が振動板に作用してこの振動板の振動を減衰させるなどのことが防止される。

【0025】 請求項 5 の発明は、被洗浄物の上面にノズル体から洗浄液を供給することで、超音波振動が付与された洗浄液の振動が被洗浄物に伝播されることで、その上面に付着した微粒子が遊離され、ついで上記ノズル体からの洗浄液によって被洗浄物の上面から微粒子が確実に除去される。請求項 6 の発明は、洗浄液が発振容器からオーバーフローさせられることで、発振容器内を浮遊する微粒子をその内部から流出させることができる。

【0026】

【発明の実施形態】 以下、この発明の実施形態を図面を参照して説明する。図 1 と図 2 はこの発明の第 1 の実施形態を示し、図 1 に示すこの発明の洗浄装置は外底面に脚体 10 が設けられた断面矩形状の発振容器 11 を備えている。この発振容器 11 は上面が開口した有底直方体に形成されていて、その内底部の幅方向両側部には仕切り壁 12 によって一対の供給空間部 13 が区画形成されている。

【0027】 各供給空間部 13 には純水などの洗浄液 L を供給する供給管 14 の一端がそれぞれ接続されている。この供給管 14 の他端は図示しない上記洗浄液 L の

供給源に連通している。上記供給空間部13を区画した仕切り壁12には複数の通孔12aが形成されている。したがって、上記供給管14から上記供給空間部13に供給された洗浄液Lは上記通孔12aから発振容器11内へ供給されるようになっている。

【0028】上記供給管14から発振容器11内へは所定量の洗浄液Lが連続して供給される。それによって、洗浄液Lは上記発振容器11の上面開口11aからオーバフローする。

【0029】上記発振容器11の底部の幅方向中央部分には、開口部15がその長手方向に沿って形成されている。この開口部15はシール材16aを介して振動板16によって液密に閉塞されている。この振動板16の下面には超音波振動子17が接合固定されていて、この振動子17は超音波発振器18により駆動されるようになっている。振動子17が超音波振動すると振動板16も超音波振動するから、その超音波振動が振動板16の上面側の洗浄液Lに伝播される。

【0030】発振容器11の幅方向中央部分において、上記振動板16から洗浄液Lに伝播される超音波振動がある程度の強度を有すると、図1に示すように上記振動板16上に位置する洗浄液Lを洗浄液Lの水平面から上方へ押し上げるキャピラリー波Wが発生する。つまり、キャピラリー波Wによって発振容器11の幅方向中央部分において、その長手方向ほぼ全長にわたり洗浄液Lが上記発振容器11内の洗浄液Lの水平面から所定の高さで押し上げられることになる。

【0031】上記構成の発振容器11は、図2に示すように搬送機構21によって搬送される被洗浄物としての液晶用ガラス基板22の下面側に配置される。上記搬送機構21は回転駆動されるとともに軸線を平行にして所定間隔で配置された複数のローラ23からなる。上記発振容器11は隣り合う一対のローラ23間に配置される。

【0032】つまり、発振容器11は、その上面開口11aの長手方向を液晶用ガラス基板22の搬送方向に対して直交させるとともに、キャピラリー波Wによって押し上げられた洗浄液Lが搬送される液晶用ガラス基板22の下面に接触する状態で配設されている。この発振容器11の長手方向の寸法は、上記液晶用ガラス基板22の幅寸法よりも大きく設定されている。それによって、キャピラリー波Wによって押し上げられた洗浄液Lは液晶用ガラス基板22の幅方向全長に接触することになる。

【0033】上記搬送機構21によって搬送される液晶用ガラス基板22の上面側にはノズル体24が配置されている。このノズル体24からは上記液晶用ガラス基板22の上面に向けて洗浄液Lが噴射されるようになっている。

【0034】つぎに、上記構成の洗浄装置の作用について説明する。発振容器11に洗浄液Lを供給するととも

に超音波振動子17を超音波発振器18によって駆動することで、発振容器11内の洗浄液Lに超音波振動を付与する。それによって、発振容器11内の洗浄液Lの水平面上の幅方向中央部分にはキャピラリー波Wが発生し、そのキャピラリー波Wによって内部の洗浄液Lがその水平面上よりも上方へ押し上げられる。

【0035】洗浄液Lがその水平面上よりも上方へ押し上げられると、その洗浄液Lは搬送機構21によって搬送される液晶用ガラス基板22の下面の幅方向全長に接触する。洗浄液Lには超音波振動が付与されているから、その超音波振動が洗浄液Lから液晶用ガラス基板22に伝播される。

【0036】それによって、超音波振動の大部分は洗浄液Lを通じて液晶用ガラス基板22を透過し、その上面に付着した微粒子に超音波振動を付与するから、液晶用ガラス基板22の洗浄液Lが接触する下面側に付着した微粒子は勿論のこと、上面側に付着した微粒子も遊離する。液晶用ガラス基板22の下面側から遊離した微粒子はその下面に接触する洗浄液Lによって除去され、上面側から遊離した微粒子はその上面側にノズル体24によって噴射される洗浄液Lによって除去される。そのため、液晶用ガラス基板22はその上下両面が洗浄されることになる。

【0037】液晶用ガラス基板22の上面側にノズル体24によって洗浄液Lを噴射しなくとも、下面側に接触する洗浄液Lによって超音波振動が上面側にも付与されるから、液晶用ガラス基板22の上面側に付着した微粒子は遊離するとともに、この液晶用ガラス基板22が振動することでその上面を移動して落下する。

【0038】したがって、ノズル体24から洗浄液Lを噴射しなくとも、その下面だけでなく、上面も洗浄することができるが、洗浄液Lを噴射させた方が洗浄効率を高めることができる。洗浄液Lにかわり、ナイフエッジによって液晶用ガラス基板22の上面にエアを吹き付け、その上面から遊離した微粒子を除去するようにしてもよい。

【0039】超音波振動の大部分が液晶用ガラス基板22を透過してその透過する超音波振動が液晶用ガラス基板22の上面に付着した微粒子に作用することで、液晶用ガラス基板22をあまり振動させずに微粒子を除去することができる。

【0040】そのため、液晶用ガラス基板22が搬送機構21上で振動すると、損傷する虞があるが、超音波振動の大部分が液晶用ガラス基板22を透過することで、洗浄時に液晶用ガラス基板22を振動させて損傷するのを防止できる。

【0041】液晶用ガラス基板22の下面および上面から除去された微粒子は発振容器11内に落下し、その内部で浮遊して液晶用ガラス基板22の下面に再付着する虞がある。しかしながら、上記発振容器11内には供給

管 14 から洗浄液 L が連続して供給されることで、その上面開口 11a からオーバフローさせている。そのため、発振容器 11 内に落下した微粒子はオーバフローする洗浄液 L とともに流出するから、液晶用ガラス基板 22 に再付着するのが防止される。

【0042】しかも、発振容器 11 の上面開口 11a から流出させる洗浄液 L の量は、その発振容器 11 内を浮遊する微粒子をオーバフローさせるだけの量でよいから、わずかですみ、さらにはノズル体 24 によって液晶用ガラス基板 22 の上面に噴射する洗浄液 L も、その上面に浮遊した微粒子を除去できるだけの量でよいから、超音波振動が付与された洗浄液 L を液晶用ガラス基板 22 の上下両面に噴射させて洗浄する場合に比べて十分に少なくすることができる。

【0043】以上のことから、従来に比べて少ない洗浄液 L の使用量で液晶用ガラス基板 22 の上下両面を洗浄できるから、ランニングコストの低減が計れる。発明者は、図 3 (a) ~ (d) に示す種々の洗浄形態での洗浄液 L の音圧を音圧測定器 30 を用いて測定した。つまり、図 3 (a) は図 7 に示す従来の洗浄装置を用いた場合で、装置本体 1 のノズル口 3 を下方に向け、そこから噴出させた洗浄液 L の音圧を測定した。その場合の音圧と超音波振動子 17 を駆動する超音波発振器 18 の出力との関係は図 4 の曲線 A に示す。

【0044】図 3 (b) は図 3 (a) に示す装置本体 1 のノズル口 3 を上方に向け、そこから噴出させる洗浄液 L の音圧を測定した場合で、その場合の音圧と超音波振動子 17 を駆動する超音波発振器 18 の出力との関係は図 4 の曲線 B に示す。

【0045】図 3 (c) はこの発明の発振容器 11 を用い、キャピラリー波 W によって上方に押し上げられた洗浄液 L に、上記発振容器 11 の上面開口に傾斜して保持された液晶用ガラス基板 22 の下面を接触させ、上面に水を流しながらその上面側における音圧を測定した場合で、その場合の音圧と超音波振動子 17 を駆動する超音波発振器 18 の出力との関係は図 4 の曲線 C に示す。

【0046】図 3 (d) はこの発明の発振容器 11 において、キャピラリー波 W によって上方に押し上げられた洗浄液 L の音圧を測定した場合で、その場合の音圧と超音波振動子 17 を駆動する超音波発信器 18 の出力との関係は図 4 の曲線 D に示す。

【0047】以上の測定結果より、曲線 D で示す図 3 (d) の場合の音圧が最も高く、しかも図 3 (c) の測定結果として曲線 C で示す液晶用ガラス基板 22 の上面側においても、図 3 (a) に示す従来の場合とほとんど変わらない音圧を測定することができた。

【0048】以上の実験結果から、キャピラリー波 W によって押し上げられた洗浄液 L に液晶用ガラス基板 22 の下面を接触させれば、その下面だけでなく上面にも音圧が発生し、それによって被洗浄物の上下両面が超音波

振動によって洗浄できることが確認された。

【0049】図 5 と図 6 はそれぞれこの発明の他の実施形態を示す。なお、上記第 1 の実施形態と同一部分には同一記号を付して説明を省略する。図 5 はこの発明の第 2 の実施形態を示し、この実施形態は発振容器 11 の外底部に設けられる脚体 10 の長さを異ならせることで、上記発振容器 11 を所定の傾斜角度 θ 、たとえば 5 度以上の角度で傾斜させたものである。

【0050】なお、傾斜角度 θ は、反射波 W_2 が進行波 W_1 や振動板 16 と干渉せず、かつ発振容器 11 の一方の側端部がキャピラリー波 W によって押し上げられた洗浄液 L が液晶用ガラス基板 22 の下面に接触しているときに、液晶用ガラス基板 22 の下面に接触しない位置に保持する傾斜角度とする。

【0051】それによって、振動板 16 から発振される超音波振動の進行波 W_1 は垂直方向に対して角度 θ で傾斜して進行するから、搬送機構 21 によって水平に搬送される液晶用ガラス基板 22 の下面に角度 θ で傾斜して入射する。

【0052】進行波 W_1 は大部分が上記液晶用ガラス基板 22 を透過するが、その一部は反射して反射波 W_2 となる。反射波 W_2 は液晶用ガラス基板 22 の下面で、この板面への入射角度 θ と同じ角度で反射し、進行波 W_1 と干渉することなく反射方向へ進行するから、上記進行波 W_1 が反射波 W_2 によって減衰されることがない。

【0053】しかも、反射波 W_2 が進行波 W_1 に対して 2θ の角度で反射していることで、上記反射波 W_2 が振動板 16 に干渉するのを防止することができる。つまり、反射波 W_2 が振動板 16 に干渉しないよう、進行波 W_1 の傾斜角度 θ を設定すれば、反射波 W_2 によって振動板 16 の振動が減衰されることもない。

【0054】したがって、発振容器 11 を所定の傾斜角度 θ で傾斜させることで、液晶用ガラス基板 22 で反射した反射波 W_2 が進行波 W_1 や振動板 16 と干渉してこれらの振動を減衰させるのを防止できるから、上記液晶用ガラス基板 22 に対する洗浄を効率よく行なうことができる。

【0055】図 6 はこの発明の第 3 の実施形態を示す。この実施形態は振動板 16 からの進行波 W_1 を傾斜角度 θ で液晶用ガラス基板 22 に入射させるために、発振容器 11 は第 1 の実施形態と同様、進行波 W_1 が垂直に進行するよう設置し、それに代わり、搬送機構 21 によって搬送せられる液晶用ガラス基板 22 を水平状態から傾斜角度 θ で傾斜させて搬送するようにした。このような構成であっても、第 2 の実施形態と同様、反射波 W_2 が進行波 W_1 や振動板 16 と干渉するのを防止することができる。

【0056】

【発明の効果】以上述べたように請求項 1 と請求項 3 の発明によれば、上面が開口した発振容器の底部に振動板

を設け、この発振容器に供給される洗浄液を上記超音波振動子を駆動して上記振動板を超音波振動させることで洗浄液を上記発振容器内の洗浄液の水平面上から押し上げ、その押し上げられた洗浄液に被洗浄物を接触させることで、この被洗浄物を洗浄するようにした。

【0057】そのため、超音波振動が付与された洗浄液を被洗浄物に向けて噴射して洗浄する場合に比べて洗浄液の使用量を十分に少なくすることができるから、ランニングコストの低減を計ることができる。

【0058】しかも、上記超音波振動子を駆動することで振動板を介して超音波振動が付与された洗浄液から気泡が発生しても、その気泡は発振容器を上昇してその上面開口から大気中に放散されるため、従来のように振動板に付着して成長し、その振動板の温度上昇を招いたり、熱損を招くなどのことがない。

【0059】請求項2と請求項4の発明によれば、振動板を介して超音波振動子からの超音波振動の進行波を被洗浄物の板面に対して所定の角度で傾斜して入射するようにした。

【0060】そのため、振動板を介して超音波振動子からの進行波が、被洗浄物で反射することで発生する反射波と干渉したり、振動板と緩衝するのを防止できるから、被洗浄物に入射する超音波振動が減衰されて洗浄効率が低下するのを防止できる。

【0061】請求項5の発明によれば、被洗浄物の上面側にノズル体によって洗浄液を供給したことで、被洗浄物の上面側で浮遊する微粒子を確実に除去することができるから、その上面の洗浄効果を高めることができる。*

*【0062】請求項6の発明によれば、発振容器の上面開口から洗浄液をオーバーフローさせるようにしたから、上記発振容器内に浮遊する微粒子を除去することができる。それによって、被洗浄物の下面から除去されて発振容器内に落下した微粒子が上記被洗浄物の下面に再付着するのを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施形態を示す発振容器の断面図。

10 【図2】同じく搬送される液晶用ガラス基板の下面側に発振容器を配置した状態の構成図。

【図3】(a)～(d)はそれぞれ洗浄液の音圧を測定する形態の説明図。

【図4】同じく図3(a)～(d)の測定結果を示すグラフ。

【図5】この発明の第2の実施形態を示す発振容器と被洗浄物との関係の説明図。

【図6】この発明の第3の実施形態を示す発振容器と被洗浄物との関係の説明図。

20 【図7】従来の超音波洗浄装置の断面図。

【符号の説明】

11…発振容器

14…供給管

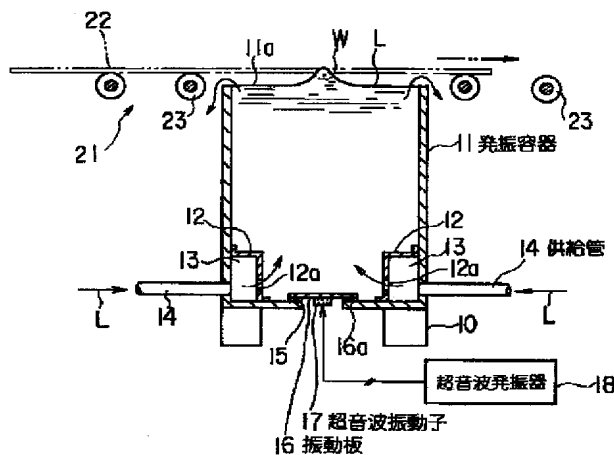
16…振動板

17…超音波振動子

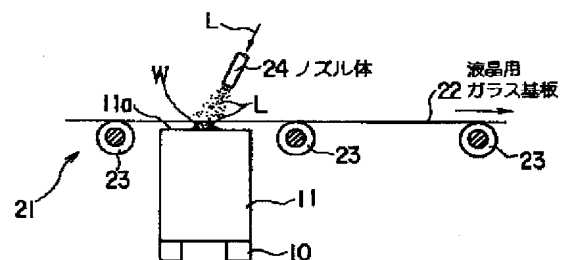
22…液晶用ガラス基板(被洗浄物)

24…ノズル体

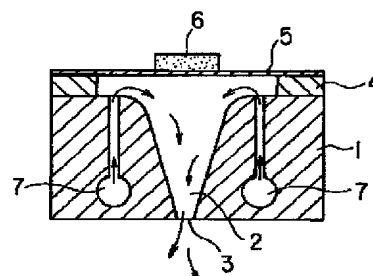
【図1】



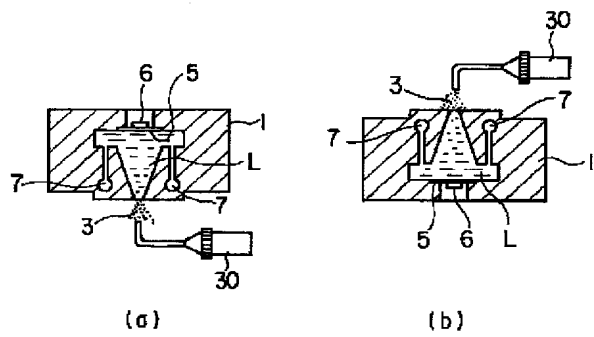
【図2】



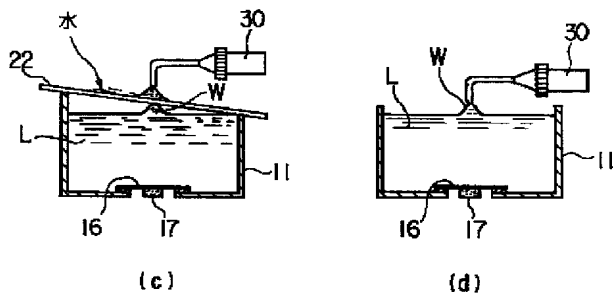
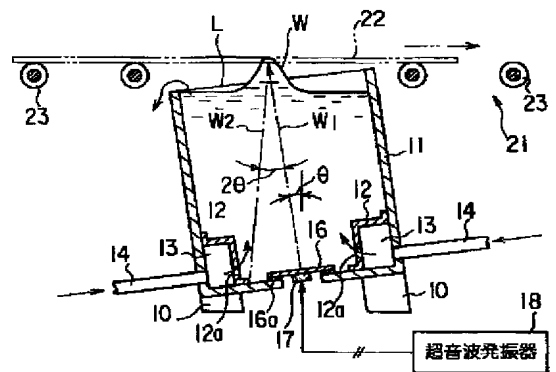
【図7】



【図3】



【図5】



【図4】

